

BEST AVAILABLE COPY

W 2552 EN

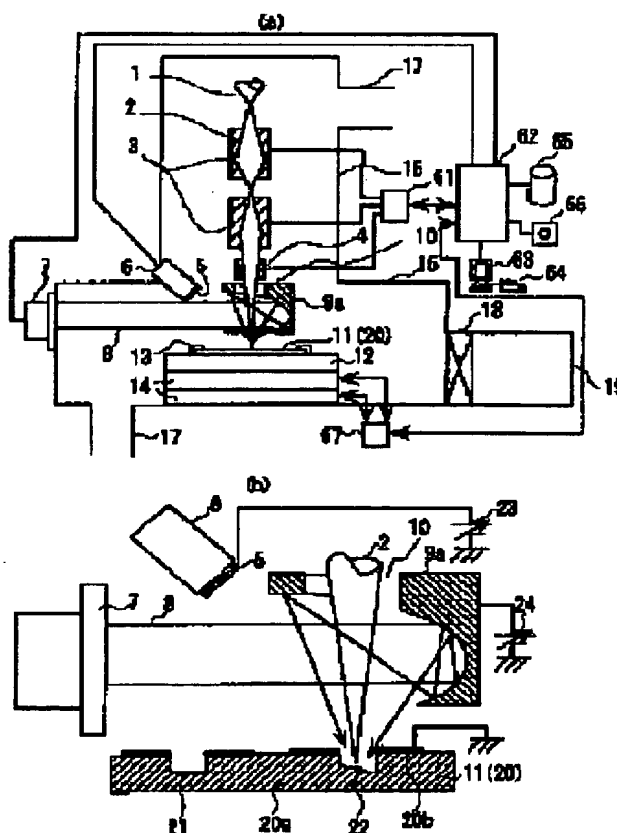
CHARGED PARTICLE DETECTION METHOD AND ITS DEVICE AND TREATING METHOD BY CHARGED PARTICLE BEAM AND ITS DEVICE

Patent number: JP2000036273
Publication date: 2000-02-02
Inventor: NISHIMURA NORIMASA; SHIMASE AKIRA; AZUMA JUNZO; HAMAMURA YUICHI; MIZUMURA MICHINOBU; KOIZUMI YASUHIRO; KOIKE HIDEMI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: G01N23/225; H01J37/20; H01J37/252; H01J37/28; H01J37/30; H01L21/027; H01L21/66; G01N23/22; H01J37/20; H01J37/252; H01J37/28; H01J37/30; H01L21/02; H01L21/66; (IPC1-7): H01J37/20; G01N23/225; H01J37/252; H01J37/28; H01J37/30; H01L21/027; H01L21/66
- european:
Application number: JP19990100509 19990407
Priority number(s): JP19990100509 19990407; JP19980132946 19980515

Report a data error here

Abstract of JP2000036273

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect an accurate charged particle image, not including a noise component by irradiation of stimulating light, and not having a position shift by an electric charge to be charged, and having a high contrast, from a sample having an insulator. **SOLUTION:** This device is equipped with a charged-particle beam irradiation optical system for scanning irradiation of a charged-particle beam 2 toward a sample 11, charged-particle detectors 5, 6 for detecting charged particles generated from the sample 11 by scanning irradiation of the charged-particle beam 2 by the charged-particle beam irradiation optical system and for obtaining a charged-particle signal, a stimulating-light irradiation optical system for irradiating stimulating light for exciting and making conductive electrons in an insulator relative to the sample 11, and control means 61, 62, 67 for controlling so that a detection period of the charged particles by the charged-particle detectors 5, 6 or an irradiation period of the charged-particle beam 2 by the charged-particle beam irradiation optical system and an irradiation period of the stimulating light by the stimulating-light irradiation optical system will become different periods.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-36273

(P2000-36273A)

(43) 公開日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 J 37/20		H 0 1 J 37/20	H
G 0 1 N 23/225		G 0 1 N 23/225	
H 0 1 J 37/252		H 0 1 J 37/252	B
37/28		37/28	B
37/30		37/30	Z
審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 20 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-100509

(22) 出願日 平成11年4月7日 (1999.4.7)

(31) 優先権主張番号 特願平10-132946

(32) 優先日 平成10年5月15日 (1998.5.15)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 西村 規正

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 嶋瀬 朗

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 100061893

弁理士 高橋 明夫 (外1名)

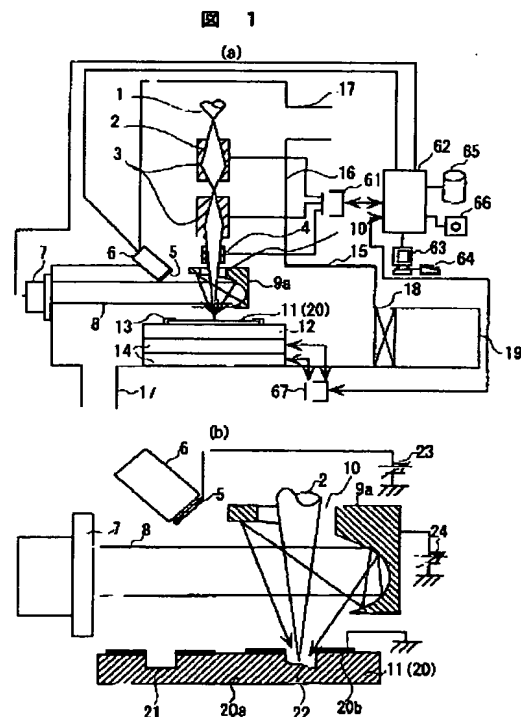
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子検出方法およびその装置並びに荷電粒子ビームによる処理方法およびその装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 励起光の照射によるノイズ成分が含まれず、しかも帯電する電荷による位置ずれのない正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を絶縁物を有する試料から検出できるようにする。

【解決手段】 試料11に対して荷電粒子ビーム2を走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料11から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器5、6と、上記試料11に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出期間または上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射期間と上記励起光照射光学系による励起光の照射期間とを別な期間とするように制御する制御手段61、62、67とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光をパルス的に照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有することを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項2】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光をパルス的に照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子を検出しながら、上記導通化過程における励起光をパルス的に照射することを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項3】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光をパルス的に照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子ビームの走査に同期させて上記導通化過程における励起光をパルス的に照射することを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項4】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子の検出を、上記導通化過程における励起光の強度の時間的な変化に同期させて行うことを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項5】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子ビームの照射を、上記導通化過程における励起光の強度の時間的な変化に同期させて行うことを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項6】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、

上記検出過程における荷電粒子の検出期間と上記導通化過程における励起光の照射期間とを別な期間とすることを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項7】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子ビームの照射期間と上記導通化過程における励起光の照射期間とを別な期間とすることを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項8】絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、該導通化過程における励起光のドーズ量を、試料上の帯電量または帯電量によって生じる荷電粒子像のずれ量に応じて調整することを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項9】請求項1～8の何れかに記載の荷電粒子検出方法において、導通化過程における励起光の波長が150nm以下であることを特徴とする荷電粒子検出方法。

【請求項10】請求項1～8の何れかに記載の荷電粒子検出方法において、更に上記検出過程から得られる荷電粒子信号に基いて観察、検査、加工、分析の少なくとも何れか一つの処理を行う処理過程を有することを特徴とする荷電粒子ビームによる処理方法。

【請求項11】請求項1～8の何れかに記載の荷電粒子検出方法において、更に、上記検出過程から得られる荷電粒子信号に基いて設定される試料上の所望な領域に荷電粒子ビームを照射して加工を施す加工過程を有することを特徴とする荷電粒子ビームによる加工方法。

【請求項12】絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光をパルス的に照射する励起光照射光学系とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項13】絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走

査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光をパルス的に照射する励起光照射光学系と、
上記荷電粒子検出器によって荷電粒子を検出しながら、上記励起光照射光学系による励起光をパルス的に照射する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項14】絶縁物を有する試料を載置するステージと、
上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、
該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光をパルス的に照射する励起光照射光学系と、
上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの走査に同期させて上記励起光照射光学系による励起光をパルス的に照射する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項15】絶縁物を有する試料を載置するステージと、
上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、
該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射する励起光照射光学系と、
上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出を、上記励起光照射光学系による励起光の強度の時間的变化に同期させて行う制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項16】上記制御手段は、上記励起光照射光学系による励起光の強度が弱まった期間において上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出を行うように構成したことを特徴とする請求項15記載の荷電粒子検出装置。

【請求項17】絶縁物を有する試料を載置するステージと、
上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、
該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて

照射する励起光照射光学系と、
上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射を、上記励起光照射光学系による励起光の強度の時間的变化に同期させて行う制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項18】上記制御手段は、上記励起光照射光学系による励起光の強度が弱まった期間において上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射を行うように構成したことを特徴とする請求項17記載の荷電粒子検出装置。

【請求項19】絶縁物を有する試料を載置するステージと、
上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、
該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、
上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出期間と上記励起光照射光学系による励起光の照射期間とを別な期間とするように制御する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項20】絶縁物を有する試料を載置するステージと、
上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、
該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、
上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射期間と上記励起光照射光学系による励起光の照射期間とを別な期間とするように制御する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項21】絶縁物を有する試料を載置するステージと、
上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、
該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、
上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、
該励起光照射光学系による励起光のドーズ量を、試料上の帯電量または帯電量によって生じる荷電粒子像のずれ量に応じて制御する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項22】絶縁物を有する試料を載置するステージ

と、

上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、

該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、

上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を上記荷電粒子ビームの照射とほぼ同軸方向から照射する励起光照射光学系とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置。

【請求項23】上記励起光照射光学系において出射される励起光の波長を150nm以下で構成したことを特徴とする請求項12～22の何れかに記載の荷電粒子検出装置。

【請求項24】上記励起光照射手段の励起光光源をエキシマランプで構成したことを特徴とする請求項12～23の何れかに記載の荷電粒子検出装置。

【請求項25】上記励起光照射手段は、励起光を試料上の所望の領域に対して複数方向から照射するように構成したことを特徴とする請求項12～24の何れかに記載の荷電粒子検出装置。

【請求項26】上記励起光照射手段は、励起光を試料上に対して走査して照射するように構成したことを特徴とする請求項12～25の何れかに記載の荷電粒子検出装置。

【請求項27】請求項12～26の何れかに記載の荷電粒子検出装置に、更に、上記荷電粒子検出器から得られる荷電粒子信号に基いて観察、検査、加工、分析の少なくとも何れか一つの処理を行う処理手段を備えたことを特徴とする荷電粒子ビームによる処理装置。

【請求項28】請求項12～26の何れかに記載の荷電粒子検出装置に、更に、上記荷電粒子検出器から得られる荷電粒子信号に基いて上記荷電粒子ビーム照射光学系を制御することによって荷電粒子ビームを試料上の所望の領域に照射して加工を施す制御手段を備えたことを特徴とする荷電粒子ビームによる加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、絶縁物を有する半導体ウエハやマスクや薄膜基板等の試料に対して荷電粒子ビームを照射することによって発生する荷電粒子を効率よく検出して荷電粒子ビームによる観察又は検査又は加工又は分析をできるようにした荷電粒子検出方法及びその装置並びに荷電粒子ビームによる処理方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来技術としては、特開昭63-133640号公報（従来技術1）、特開平1-119668号公報（従来技術2）、特開平1-243449号公報（従来技術3）、および特開平4-152519号公報

（従来技術4）が知られている。

【0003】従来技術1には、半導体試料に電子ビームを照射し、試料より放出される2次電子を検出して試料の各部位における電位を評価する電子ビームテストングにおいて、半導体試料にレーザ光源やタングステンランプ等の光源からの光を照射することによる光導電効果によって電子ビームの照射により試料表面に蓄積された電荷を放散して帯電を防止することが記載されている。

【0004】また、従来技術2には、イオン源、イオン分析部及び加速部を有するイオン注入装置において、セットされた表面をSiO₂の絶縁膜で被覆されたSiウエハ全面に低圧水銀灯またはArFレーザ（λ=193nm）光源からの紫外線光を照射してSiO₂中にキャリアを励起させ、イオン注入による+電荷をディスクあるいはクランプを通じて直ちに放電させ、イオン注入によるチャージアップ起因する不具合（薄いSiO₂の絶縁破壊等）をなくすことが記載されている。即ち、従来技術2においては、SiとSiO₂の界面にエネルギーを入射する必要があるためSiO₂を透過する紫外線を用いることが記載されている。また、従来技術3には、処理室内の半導体装置のSi基板の表面に絶縁膜が形成された配線修正箇所イオンビームを照射してスパッタ加工する際、並びにスパッタ処理によって開けられた穴および新たな配線を形成する位置にW(CO)₆等のガス雰囲気においてイオンビームを照射してW配線を形成する際、紫外線を照射することによって絶縁膜の表面を励起する電子により中和することが記載されている。

【0005】また、従来技術4には、半導体装置の製造に際し、ドライエッチング、アッシング、プラズマCVD、電子ビーム露光、インブラ、純水洗浄、ウエハSEMのいずれかの半導体基板内に電荷が蓄積される処理を行った後、該半導体基板表面に、絶縁膜がSiO₂の場合398～141nmの波長、絶縁膜がSiNの場合617.3～246.9nmの波長の紫外線を照射して荷電粒子のチャージアップの処理を行うことが記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】近年、半導体基板等に形成されている配線パターンが益々微細化されてきている。そのため、半導体基板等の試料の表面に対してイオンビームや電子ビームからなる荷電粒子ビームを照射し、試料から得られる2次電子、反射電子等の荷電粒子を検出し、この検出される荷電粒子の信号に基いて試料の表面を観察したり、異物等を含む欠陥を検査したり、分析したり、修正等の加工をしたりする必要が生じてきている。また、半導体基板等の試料においては、SiO₂やSiN等の絶縁膜が少なくとも一部分形成されていて、この試料の表面にイオンビームや電子ビームからなる荷電粒子ビームを照射すると帯電することになる。しかしながら、上記従来技術1～4の何れにも、半導体基

板等の試料の表面に対してイオンビームや電子ビームからなる荷電粒子ビームを照射し、試料から得られる2次電子、反射電子等の荷電粒子の信号を検出する際、上記荷電粒子ビームの照射によって絶縁物上に帯電される電荷によって生じる荷電粒子信号のずれを防止すると共に絶縁物上に紫外線からなる励起光を照射した際発生する光電子の影響を受けないようにする点について考慮されていない。

【0007】本発明の目的は、上記課題を解決すべく、励起光の照射によるノイズ成分が含まれず、しかも帯電する電荷による位置ずれのない正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を試料から検出できるようにして、試料上の微細なパターンや微細な異物等を含む欠陥などについて観察又は検査又は加工又は分析等の処理ができるようにした荷電粒子検出方法及びその装置並びに荷電粒子ビームによる処理方法及びその装置を提供することにある。また、本発明の他の目的は、半導体基板等の試料に対して、励起光照射による SiO_2 、 SiN 等からなる絶縁膜の下層へのダメージを極力少なくし、しかもノイズ成分がなく、正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を絶縁物を有する試料から検出できるようにして、試料上の微細なパターンや微細な異物等を含む欠陥などについて観察又は検査又は加工又は分析等の処理ができるようにした荷電粒子検出方法及びその装置並びに荷電粒子ビームによる処理方法及びその装置を提供することにある。また、本発明の更に他の目的は、ノイズ成分がなく、正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を基に、試料上の微細なパターンや微細な異物等を含む欠陥などについて高精度な微細加工を施すことができるようにした荷電粒子ビームによる加工方法及びその装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して紫外線の励起光をパルス的に照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有することを特徴とする荷電粒子検出方法である。また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して紫外線の励起光をパルス的に照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子を検出しながら、上記導通化過程における励起光をパルス的に照射することを特徴とする荷電粒子検出方法である。また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得

る検出過程と、上記試料に対して紫外線の励起光をパルス的に照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子ビームの走査に同期させて上記導通化過程における励起光をパルス的に照射することの特徴とする荷電粒子検出方法である。

【0009】また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して紫外線の励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子の検出を、上記導通化過程における励起光の強度の時間的な変化に同期させて行うことを特徴とする荷電粒子検出方法である。また、本発明は、上記荷電粒子検出方法において、上記導通化過程における励起光の強度が弱まった期間において上記検出過程における荷電粒子の検出を行うことを特徴とする。また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子ビームの照射を、上記導通化過程における励起光の強度の時間的な変化に同期させて行うことを特徴とする荷電粒子検出方法である。

【0010】また、本発明は、上記荷電粒子検出方法において、上記導通化過程における励起光の強度が弱まった期間において上記検出過程における荷電粒子ビームの照射を行うことを特徴とする。また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子の検出期間と上記導通化過程における励起光の照射期間とを別な期間とすることを特徴とする荷電粒子検出方法である。また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、上記検出過程における荷電粒子ビームの照射期間と上記導通化過程における励起光の照射期間とを別な期間とすることを特徴とする荷電粒子検出方法である。

【0011】また、本発明は、絶縁物を有する試料に対して荷電粒子ビームを走査照射することによって試料か

ら発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る検出過程と、上記試料に対して励起光を照射することによって絶縁物中の電子を励起して導通化して電荷を逃がす導通化過程とを有し、該導通化過程における励起光のドーズ量を、試料上の帯電量または帯電量によって生じる荷電粒子像のずれ量に応じて調整することを特徴とする荷電粒子検出方法である。また、本発明は、上記荷電粒子検出方法において、導通化過程における励起光の波長を150nm以下にして、半導体基板等の試料においてSiO₂、SiN等からなる絶縁膜の下層へのダメージを極力少なくすることを特徴とする。また、絶縁物が石英等の場合、励起光の波長を150nm以下にして導通化可能にしたことを特徴とする。

【0012】また、本発明は、上記荷電粒子検出方法において、更に上記検出過程から得られる荷電粒子信号に基いて観察、検査、加工、分析の少なくとも何れか一つの処理を行う処理過程を有することを特徴とする荷電粒子ビームによる処理方法である。また、本発明は、上記荷電粒子検出方法において、更に、上記検出過程から得られる荷電粒子信号に基いて設定される試料上の所望な領域に荷電粒子ビームを照射して加工を施す加工過程を有することを特徴とする荷電粒子ビームによる加工方法である。また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光をパルス的に照射する励起光照射光学系とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。

【0013】また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光をパルス的に照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子検出器によって荷電粒子を検出しながら、上記励起光照射光学系による励起光をパルス的に照射する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光をパルス的に照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子ビーム照射光学系による

荷電粒子ビームの走査に同期させて上記励起光照射光学系による励起光をパルス的に照射する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。

【0014】また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出を、上記励起光照射光学系による励起光の強度の時間的な変化に同期させて行う制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。また、本発明は、上記荷電粒子検出装置において、上記制御手段を、上記励起光照射光学系による励起光の強度が弱まった期間において上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出を行うように構成したことを特徴とする。また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を、該励起光の強度を時間的に変化させて照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射を、上記励起光照射光学系による励起光の強度の時間的な変化に同期させて行う制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。

【0015】また、本発明は、上記荷電粒子検出装置において、上記制御手段を、上記励起光照射光学系による励起光の強度が弱まった期間において上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射を行うように構成したことを特徴とする。また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子検出器による荷電粒子の検出期間と上記励起光照射光学系による励起光の照射期間とを別な期間とするように制御する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射す

ることによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、上記荷電粒子ビーム照射光学系による荷電粒子ビームの照射期間と上記励起光照射光学系による励起光の照射期間とを別な期間とするように制御する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。

【0016】また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を照射する励起光照射光学系と、該励起光照射光学系による励起光のドーズ量を、試料上の帯電量または帯電量によって生じる荷電粒子像のずれ量に応じて制御する制御手段とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。また、本発明は、絶縁物を有する試料を載置するステージと、上記試料に対して荷電粒子ビームを走査照射する荷電粒子ビーム照射光学系と、該荷電粒子ビーム照射光学系により荷電粒子ビームを走査照射することによって試料から発生する荷電粒子を検出して荷電粒子信号を得る荷電粒子検出器と、上記試料に対して絶縁物中の電子を励起して導通化するための励起光を上記荷電粒子ビームの照射とほぼ同軸方向から照射する励起光照射光学系とを備えたことを特徴とする荷電粒子検出装置である。また、本発明は、上記荷電粒子検出装置における励起光照射光学系において出射される励起光の波長を150nm以下で構成し、半導体基板等の試料においてSiO₂、SiN等からなる絶縁膜の下層へのダメージを極力少なくすることを特徴とする。また、絶縁物が石英等の場合、励起光の波長を150nm以下にして導通化可能にしたことを特徴とする。

【0017】また、本発明は、上記荷電粒子検出装置における励起光照射手段の励起光光源をエキシマランプで構成したことを特徴とする。また、本発明は、上記荷電粒子検出装置において、励起光照射手段を、励起光を試料上の所望の領域に対して複数方向から照射するように構成したことを特徴とする。また、本発明は、上記荷電粒子検出装置において、励起光照射手段を、励起光を試料上に対して走査して照射するように構成したことを特徴とする。また、本発明は、上記荷電粒子検出装置に、更に、上記荷電粒子検出器から得られる荷電粒子信号に基づいて観察、検査、加工、分析の少なくとも何れか一つの処理を行う処理手段を備えたことを特徴とする荷電粒子ビームによる処理装置である。

【0018】また、本発明は、上記荷電粒子検出装置に、更に、上記荷電粒子検出器から得られる荷電粒子信

号に基づいて上記荷電粒子ビーム照射光学系を制御することによって荷電粒子ビームを試料上の所望の領域に照射して加工を施す制御手段を備えたことを特徴とする荷電粒子ビームによる加工装置である。また、本発明は、上記荷電粒子検出装置において、励起光照射手段を、励起光が接地された導体を含む領域まで照射されるように構成したことを特徴とする。また、本発明は、上記接地された導体が、プローブまたはガスノズルであることを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明に係る荷電粒子検出方法及びその装置並びに荷電ビームによる観察又は検査又は加工又は分析などの処理方法およびその装置の実施の形態について図面を用いて説明する。本実施の形態としては、荷電ビームとしてイオンビーム2や電子ビーム102を用い、絶縁物を有する試料11として例えば位相シフトマスク20、26やTFT (Thin Film Transistor) 基板60や半導体ウエハ49に対して荷電粒子像に基づく観察又は検査又は分析等の処理、並びにイオンビームや電子ビーム照射による欠陥修正等の加工等の処理を行うものである。

【0020】＜第1実施例＞本発明に係る第1の実施例を図1を用いて説明する。即ち、図1(a)において、イオンビームチャンバ16内には、例えばGa等のイオン源1と、該イオン源1から引き出されたイオンビーム2の電流を制御する電極、イオンビーム2を集束するためのレンズ3、イオンビーム2を偏向するための偏向電極4およびイオンビームのON、OFFを制御するブランピング電極等からなるイオンビーム光学系とがある。そして、これら1、3、4等は、図示しない電源及び制御装置(コントローラ)61により制御される。また、イオンビームチャンバ16内は、排気管17を介して、真空排気装置により、排気される。

【0021】プロセスチャンバ15内には、被修正対象物である試料11(20)を搭載するホルダ12と、試料11を固定するクランプ13と、試料11を任意の位置に移動するためのステージ14と、イオンビーム2の走査照射により試料11より放出される2次荷電粒子を検出するためのシンチレータ5及び光電子増倍管6からなる2次荷電粒子検出器と、試料11上に試料に含まれる絶縁物中の電子を励起するための光8を照射するための反射鏡9aとがある。そして、プロセスチャンバ15に取り付けられた励起光光源7から出た光8を、反射鏡9aで反射させて試料11上に均一に照射するように構成している。この励起光光源7としては、分光器やレンズなどで構成される励起光光学系であっても良い。また、励起光光源7から放出される励起光8の波長は、試料11(20)の絶縁物20aを励起する波長であれば良く、試料11が位相シフトマスク20で絶縁物20aが石英の場合、価電子帯(充填体)中の電子を伝導帯ま

で励起されて導電化させるために150 nm以下の紫外光が望ましい。また、反射鏡9aには、イオンビーム2を通過させるための通過穴10がある。プロセスチャンバ15は、排気管17を介して図示しない真空装置により、真空に排気される。ところで、シンチレータ5及び光電子増倍管6からなる2次荷電粒子検出器が、イオンビーム光学系の偏向電極4によるイオンビームの走査によって試料11より放出される2次荷電粒子を検出することによって、CPU62は2次荷電粒子像を得ることができ、この2次荷電粒子像をモニタ63上に表示することによって、試料11の表面パターン像を観察することができ、欠陥22の像を観察することもできる。

【0022】特に、試料11の表面の凹凸および材質によって放出される2次荷電粒子が異なることによって、ガラス基板等の絶縁性透明基板20aにおける位相シフトパターン21およびその上のCr等の金属膜20bのパターンの2次荷電粒子像が得られることになる。また、CPU62は、2次荷電粒子像と記録媒体やネットワーク66等によって入力されたCAD情報等から得られる基準パターン像とをモニタ63上または画像処理回路(図示せず)において比較して不一致により欠陥22を見付けて検査することもできる。特に、モニタ63上において見付けられた欠陥22に対して入力手段64により指定することによって、CPU62は欠陥22の位置情報等を取得して検査ができたことになる。予備室19は、ゲートバルブ18を介して、プロセスチャンバ15に接続されており、図示しない搬送系により、ホルダ12をステージ14上に導入できる構成となっている。

【0023】本第1実施例の装置を用いた絶縁物を含む基板11(20)からなる試料のイオンビームによる観察、検査、加工方法を図1(b)を参照して詳細に説明する。図1(b)は、イオンビーム照射領域の詳細図であり、同図において位相シフトマスク20は、位相シフトパターン21を有するガラス基板等から形成された絶縁性透明基板20aとその上に回路パターンを形成する導電性遮光膜(金属膜)パターン20bとによって構成される。そして、22は位相シフトにおける欠陥を示す。ところで、23はシンチレータに電圧を印加するための電源、24は反射鏡9aに電圧を印加するための電源を示す。例えば、位相シフトマスク20において位相シフト21に欠陥22があると、欠陥部を透過した光の位相振幅は大きくずれてしまう。そこで、この欠陥22を修正する必要がある。

【0024】この欠陥22を修正するのに、イオンビーム2を用いる場合、まず、あらかじめ欠陥検査装置(図示せず)により欠陥22の位置を検出する。なお、欠陥検査装置としてSEMが用いられた場合には、位相シフトマスク20上に電荷が蓄積された状態で本実施例であるイオンビーム加工装置(イオンビーム欠陥修正装置)に搬入される可能性もある。また位相シフトマスクを搬

送する際、位相シフトマスク20上に電荷が蓄積される可能性もある。何れにしても、欠陥検査装置で欠陥22の位置が検出された位相シフトマスク20が、本実施例であるイオンビーム加工装置(イオンビーム欠陥修正装置)に搬入されてステージ14上のホルダ12に搭載されてクランプ13で固定されることになる。更に上記欠陥検査装置で検出された欠陥22の位置情報等を記録媒体やネットワーク66によりCPU62に対して入力して記憶装置65等に記憶させる。CPU62は、記憶装置65に記憶された欠陥位置の座標データに基づき、制御装置67に制御指令を出してステージ14を駆動制御することによって欠陥があると思われる場所をイオンビーム2の光軸下に移動させる。

【0025】次に、上記のように搬入する前に位相シフトマスク20の絶縁物20a上に電荷が蓄積している可能性もあるので、まず、CPU62は、励起光光源7に対して励起指令信号を出して励起光光源7から絶縁物中の電子を励起するための励起光8を図10の90で示すように放出させて、搬入されて搭載された試料20に対して照射する。励起光光源7がArガスを励起して126 nmの励起光を放出するエキシマランプの場合には、例えば10~50 μ s程度の周期でポンピングする必要がある。このように、絶縁物中の電子を励起するための励起光8を、反射鏡9aによって試料20上のイオンビーム照射領域に同軸かつ均一に照射すると共に、ホルダ12またはクランプ13により接地されている導電性遮光膜20bまで照射して絶縁性透明基板(絶縁物)20aを接地させることになる。即ち、試料20中の絶縁物20aにおいて、照射される励起光8によって、価電子帯(充填体)中の電子が伝導帯まで励起されて導電化される(電子的電気伝導が起こる)ため、絶縁性透明基板20a上に蓄積された電荷は、絶縁物20a中に蓄積されることなく導電性遮光膜20bを介して接地箇所まで逃げることになる。これによって、搬入される前に蓄積した電荷を逃がすことができる。

【0026】なお、位相シフトマスク20上に形成されている回路パターンが微細化されている関係で、この位相シフトマスク20はエキシマレーザ投影露光装置に用いられることになる。そのため、位相シフトマスク20の絶縁性透明基板20aを石英基板で形成する必要がある。このように絶縁物20aが石英の場合、価電子帯(充填体)中の電子を伝導帯まで励起させて導電化する(電子的電気伝導が起こる)ためには、励起光8の波長を150 nm以下の紫外光が望ましい。そのため、励起光光源7としては、Arガスを励起して126 nmの励起光を放出するエキシマランプや、Nd:YAGレーザの第3高調波(例えば118.2 nmのVUV光)や、Ar₂のエキシマレーザ光源(126 nmの励起光)や、Kr₂のエキシマレーザ光源(146 nmの励起光)等で構成すればよい。特に、レーザ光の場合、加

工されないように高速で走査してドーズ量を低減したり、 MgF_2 、 LiF 等の拡散板を用いて拡散させればよい。

【0027】また、イオンビーム2による加工領域（欠陥除去修正領域）を設定するために、図11に示すように2次荷電粒子像観察（ $M \times N$ 画素からなる。）をする必要がある。その際、イオンビーム2が照射される関係で、絶縁性透明基板20a上に電荷が蓄積されることになる。ところで、この2次荷電粒子像を観察する際、CPU62からの観察領域制御指令で制御装置61により偏向電極4を制御することによって0.3〜0.05 μm 程度に細く絞ったイオンビームスポット80を、図11に示す如く、x方向に走査しながらy方向にN本の走査線繰り返すことによって2次荷電粒子検出器5、6によって2次元の2次荷電粒子像（ $M \times N$ 画素からなる。）が検出されることになる。しかし、この際、点線で示すように、制御装置61によるブランキング電極への制御によって、イオンビームを試料20の表面に照射しないブランキング期間がある。そこで、CPU62は、図10に示すように、このブランキング期間を使って励起光光源7に対して励起指令信号を出して91で示す如く励起光光源7からポンピングして放出される励起光8を試料20に対して照射して絶縁物20aを導通化してイオンビーム2の照射による絶縁物20a上に蓄積された電荷を導電性遮光膜20bを介して接地に逃がすことが可能となる。図10では、1回の走査線毎のブランキング期間において励起光8を照射するようにしたが、2〜3回の走査線毎のブランキング期間において励起光8を照射するようにしても良い。

【0028】以上説明したように、励起光8の強度を弱め、若しくは照射しない時に、図11に実線で示すように、イオンビーム2を2次元に走査照射し、試料20の表面から放出される2次荷電粒子を2次荷電粒子検出器5、6により検出し、CPU62によって、制御装置61から得られるイオンビームの2次元の走査信号を基に2次荷電粒子検出器5、6により検出される2次荷電粒子の信号で、2次元の走査2次荷電粒子像（2次元の走査イオン像）を作成して画像メモリまたは記憶装置65等に記憶させ、それをモニタ63に出力することによって2次元の走査2次荷電粒子像（2次元の走査イオン像）を観察することができる。ここで、反射鏡9aをイオンビーム2の光軸に対してほぼ同軸状態で配置させ、しかも反射鏡9aに対して電源24によって電圧を印加し、反射鏡9aの表面を2次荷電粒子放出確率の大きい材質で形成することにより、反射鏡9aによって、試料20から放出される2次荷電粒子を増幅させることができ、その結果2次荷電粒子検出器5、6によって増幅された2次荷電粒子を検出することができることになる。また、CPU62は、図12に示すように、励起光光源7から出射される励起光8の強度を時間によって変化さ

せる場合、イオンビーム2の走査照射に基づく2次荷電粒子検出器5、6による2次荷電粒子の検出を、励起光8の強度と同期させて、例えば、励起光8の強度が弱まったときに、イオンビーム2の走査照射に基づく2次粒子検出器5、6による検出を行うようにすれば、有効な2次荷電粒子検出が可能となる。

【0029】以上説明したように、2次荷電粒子検出する際、絶縁性透明基板20a上には、イオンビーム2の電荷が蓄積（チャージアップ）されていないので、イオンビーム2の照射位置がずれることなく、2次荷電粒子検出器5、6によって正常な2次荷電粒子像を検出することが可能となり、イオンビーム照射領域を高精度に設定することができ、その結果イオンビーム2の照射によって欠陥22を除去修正する際、金属膜パターン20bや位相シフトパターン21を傷つけて新たな欠陥を作ってしまうことを防止することができる。また、2次荷電粒子検出する際、基本的には、励起光8が照射されていないので、光電子効果による光電子が放出されないの、光電子がノイズとなることを防止することができる。なお、上記イオンビーム2の走査照射は、2次荷電粒子像の観察のためであるので、試料20（11）に対するイオンビーム2のドーズ量を低く（イオンビーム電流を低くしたり走査速度を速くする）することが可能で、絶縁物20aに帯電する電荷を低減することができ、その結果として励起光8を照射する時間を短くすることができる。従って、ブランキング期間に励起光8を照射するだけで、絶縁物20aに帯電する電荷を逃がすことが可能となる。

【0030】次に、イオンビーム2による加工（欠陥除去修正）について説明する。即ち、CPU62は、上記手順により得られた2次荷電粒子像を画像メモリまたは記憶装置65等に記憶させているので、この記憶された2次荷電粒子像の拡大像をモニタ63等に表示し、表示された2次荷電粒子像の拡大像から例えば位相シフトの欠陥22の形状および位置を示す画像を観察して検出することができる。そこで、モニタ63の画面上において、検出される欠陥22の形状および位置情報を用いて例えば電子線棒等を用いてイオンビーム2の照射領域を設定する。すると、CPU62は、この設定されたイオンビーム2の照射領域の情報を基に、制御装置61で偏向電極4等を制御することによって欠陥部のみにイオンビーム2を照射して、欠陥22を除去、修正することができる。なお、上記では、イオンビーム2の照射領域の設定をモニタ63の画面上で行う場合について説明したが、CPU62の画像処理回路において、凹凸および材質によって放出される2次荷電粒子が異なる2次荷電粒子像を基に、欠陥22の形状および位置を自動的に抽出することができるので、自動的にイオンビーム2の照射領域を設定することもできる。また、イオンビーム2を走査照射して欠陥22を除去、修正する際には、励起光

8を照射しても欠陥の除去、修正加工に影響しないので、図10に92で示す如く励起光8を照射することによって欠陥箇所も含めて絶縁物20aを導電化することによって、イオンビーム2の走査照射による電荷が欠陥箇所に蓄積されることなく導電性遮光膜20bを介して逃げ、その結果設定された領域にイオンビーム2が正確に照射されて高精度な欠陥修正を行うことができる。ただし、欠陥22を除去修正加工する際、ブランキング期間を設けてもよいことは明らかである。

【0031】なお、欠陥22を除去修正する途中において、2次荷電粒子像による観察が必要であれば、除去修正前の2次荷電粒子像観察と同様にブランキング期間に励起光8を照射すれば良い。また、欠陥22の除去修正後における正しく修正が行われたかの確認のために、2次荷電粒子像観察をする場合、除去修正前の2次荷電粒子像観察と同様にブランキング期間に励起光8を照射すれば良い。以上説明したように第1の実施例をイオンビーム2の照射に基づく、観察または検査または加工または分析に適用することができる。

【0032】＜第2実施例＞本発明に係る第2の実施例を図2を用いて説明する。第2の実施例において、第1の実施例と相違する点は、試料11(20)に対して励起光を複数方向から照射することにある。即ち、励起光光源7から出射された励起光8の一部をプリズム25へ、その他をシンチレータ5へ分岐し、プリズム25へ入射した励起光を屈折によりイオンビーム2の光軸下であるイオンビーム照射領域に照射し、シンチレータ5に照射された励起光をシンチレータ表面の反射膜により反射させて、プリズム25から照射された光とは別の方向からイオンビーム照射領域に照射するものである。このように励起光8を相対向する2方向から照射することによって、2次荷電粒子像を観察する領域に絶縁性透明基板20aで形成される深い穴状態のものがあっても、励起光8が深い穴内部まで照射されて価電子帯(充満体)中の電子が伝導帯まで励起されて導電化される(電子的電気伝導が起こる)ため、この箇所に蓄積された電荷は、絶縁物20a中に蓄積されることなく導電性遮光膜20bを介して接地箇所まで逃がすことができる。

【0033】従って、図10若しくは図12に示すように、イオンビーム2を走査照射して観察する際、励起光8の強度を弱め、若しくは遮光し(照射しない)、試料11(20)の表面から放出される2次荷電粒子を2次荷電粒子検出器5、6により検出すれば、正確で、かつノイズのない2次元の走査2次荷電粒子像(2次元の走査イオン像)を得ることができる。なお、本第2の実施例では、絶縁物中の電子を励起するための励起光を複数方向から照射するために、光学部品を用いたが、複数の励起光光源により照射しても良い。

【0034】＜第3実施例＞本発明に係る第3の実施例を図3を用いて説明する。ここで、荷電ビームとしてイ

オンビーム2を用い、プラズマ30から発生する励起光8を多方向から絶縁物を有する試料11に対して照射し、観察又は検査又は加工又は分析する実施例を示す。即ち、第3の実施例は、励起光8を発生させる装置として、プラズマ発生装置26を用いたことにある。表面に金属膜パターン20bを形成した絶縁性試料からなる被対象物11(20)は、ホルダ12上に搭載される。ホルダ12は、励起光8を透過する MgF_2 、 LiF 等の透過性物質27上に搭載される。プラズマ発生装置26は、ステージ14と透過性物質27との間にプラズマ室29を形成し、プラズマ30を発生させるための電極28と、該電極の一方に接続された高周波電源31とで構成される。なお、このプラズマ30から放出される励起光8の波長は、絶縁物20bを励起できる波長を含んでいる必要がある。

【0035】ところで、絶縁物を有する試料11に対して集束イオンビーム2を走査照射して試料11から発生する2次荷電粒子を2次荷電粒子検出器5、6で検出することによって観察、及び検査をすることができ、更に所定の領域に集束イオンビームを走査照射することによって加工を施すことができる。この加工を施す際、エッチング用ガス雰囲気で行えば、エッチング作用を促進し、しかも微細加工を行わせることができる。また、加工を施す際、CVDガス雰囲気で行えば、CVD成膜も施すことができる。なお、このガスアシストエッチングやCVD成膜については、上記第1および第2の実施例にも適用することができる。また、2次イオン質量分析計を、プロセスチャンバ(試料室)15内に設置することによって、集束イオンビーム2を照射したところから生じる2次イオンについて2次イオン質量分析計で質量を計測することによって分析することができる。この2次イオン質量分析計についても、上記第1および第2の実施例にも適用することができる。何れにしても、絶縁物を有する試料11の観察、または検査、または分析する部分をイオンビーム2の光軸下に移動し、該部分に対してイオンビーム2を照射することによって、電荷が蓄積されていくことになる。そのため、例えば、試料11の表面を2次荷電粒子像に基いて観察、または検査、または分析する際、電荷のチャージアップにより2次荷電粒子観察像がずれることになる。

【0036】そこで、2次荷電粒子像に基いて観察、または検査、または分析する際、イオンビーム2を照射しない期間(例えばブランキング期間)において、試料11下のプラズマ室29にてプラズマ30を着火し、この着火されたプラズマ30から放射される励起光8を、透過性物質27を透過させ、チャンバ15に固定された反射鏡9bにより反射して多方向から試料11上のイオンビーム照射領域(絶縁物領域)も含めてクランプ13またはホルダ12により接地されている導電性薄膜20b若しくは接地されたクランプ13まで照射する。する

と、上記実施例と同様に、試料11における絶縁物20aは、励起光8によって導電化され、蓄積された電荷を、絶縁物中に蓄積させることなく接地箇所まで逃がすことができ、その結果正確で、かつノイズのない2次元の走査2次荷電粒子像を得ることができる。

【0037】要するに、この実施例においても、励起光8を照射する時間を、イオンビームを走査照射する時間と別時間とすることによって、イオンビーム2の照射位置がずれることなく、2次荷電粒子検出器5、6によって正常な2次荷電粒子像を検出することが可能となり、イオンビーム照射領域を高精度に設定して、高精度な加工を実現でき、しかも2次荷電粒子検出する際、基本的には、励起光8が照射されていないので、光電子効果による光電子が放出されないため、光電子がノイズとなることを防止することもできる。ところで、プラズマ室29が駆動ステージ14によりホルダ12に搭載された試料11と共に移動するため、プラズマ30が発生している位置はイオンビーム2の光軸に対して移動することになる。しかし、反射鏡9bは、プラズマ30が発生している位置が移動しても、プラズマに含まれる励起光8を反射させて常に試料11上のイオンビーム2の光軸近傍に照射できるように形成されているため、問題にならない。また、励起光の照射の停止は、高周波電源31から電極28への高周波電力の投入を停止するか、透過性物質27からの励起光の光路に設置されたシャッタ70を閉じることによって行うことができる。

【0038】次に、帯電防止に必要な励起光8の光量、および照射時間の算出とその制御について説明する。即ち、予め、基準試料をホルダ12上に搭載し、該基準試料から帯電していない2次荷電粒子像を検出して画像メモリ等の記憶装置65に記憶し、その後基準試料に対して例えば加工に必要とするイオンビームを照射して帯電させ、その2次荷電粒子像を検出して画像メモリ等の記憶装置65に記憶し、CPU62において両方の2次荷電粒子像の差分画像から帯電による移動量を手動（例えばモニタ63の画面上で）、或いは自動で計算して求め、この求められた移動量に基づいて帯電防止に必要な励起光8の光量、および照射時間を算出しておく。また、実際加工等を施す試料11または基準試料の絶縁物20bに帯電した電荷（帯電量）を測定し、この測定された電荷をCPU62に入力することによってCPU62は帯電防止に必要な励起光8の光量、および照射時間を算出しておくことが可能となる。このように、予め帯電防止に必要な励起光8の光量、および照射時間を算出しておくことによって、CPU62は、この算出された励起光8の光量、および照射時間を基にプラズマ発生装置26またはシャッタ70を制御することによって、常に帯電のない状態でイオンビーム2の照射による所望の領域についての観察、検査、加工、分析の何れかを行うことができることになる。

【0039】以上説明した帯電防止に必要な励起光8の光量、および照射時間の算出とその制御については、上記第1、第2の実施例にも適用することができる。また、上記第3の実施例では、図3に示すように、励起光光源であるプラズマ30を試料11の裏面に置いた場合を示すが、荷電ビームであるイオンビームによる観察、検査、加工に影響を与えなければ、試料11の上部にプラズマ室29を置き、プラズマ30から放射される励起光8を試料11の表面に照射しても良い。また、イオンビーム2のイオン源としてプラズマを用いている場合、このプラズマが励起光8を含んでいれば、この励起光を別の光学系を用いて導いて試料11の表面に照射しても良い。

【0040】＜第4実施例＞本発明に係る第4の実施例を図4を用いて説明する。即ち、第4の実施例は、位相シフトマスク20の欠陥上に、励起光光源7から出射された励起光8をカライドスコープ32aによって荷電ビームであるイオンビームと同軸で照射するものである。従って、イオンビーム2は、カライドスコープ32aに設けられた穴を通して試料11の表面に照射されることになる。実際のイオンビーム2による欠陥の修正において行われる試料11への観察、検査、加工、分析等は、上記実施例と同様に行われる。

【0041】＜第5実施例＞本発明に係る第5の実施例を図5を用いて説明する。この第5の実施例は、位相シフトマスク20の欠陥22上に励起光光源7から出射される励起光8をオプティカルファイバ32bによって多方向から照射するものである。実際のイオンビーム2による欠陥の修正において行われる試料11への観察、検査、加工、分析等は、上記実施例と同様に行われる。

【0042】＜第6実施例＞本発明に係る第6の実施例を図6を用いて説明する。図6には、試料11が液晶TFT基板130の場合の最終形態を示す。即ち、液晶TFT基板130は、絶縁性透明基板131と、その上に薄い絶縁膜132を介して形成されたゲート線133と、その上に形成された絶縁膜132と、該絶縁膜132上に形成されたデータ線134、ソース線135と、該データ線134とゲート線133との交差する点に設けられたトランジスタと、該トランジスタに駆動される透明ドット電極136とによって構成される。そこで、プロジェクタ等1画面あたりの大きさが小さい液晶TFTのデータ線若しくはゲート線133の一部に断線欠陥140が生じた場合、TFT基板130には線欠陥が生じることになり、この断線欠陥140を修正する必要がある。ところで、本実施例においては、ゲート線133またはデータ線134において生じた断線欠陥140の検査と修正を、ゲート線133またはデータ線134が露出された状態で行う場合について説明する。このように断線欠陥140の検査と修正を、ゲート線133またはデータ線134が露出された状態で行う場合でも、ゲ

ート線133の下にはガラス等の絶縁性透明基板131の上に酸化シリコンまたは窒化シリコンまたはサファイア等の薄膜の絶縁膜132が形成されており、またデータ線134の下には酸化シリコンまたは窒化シリコンまたはサファイア等の絶縁膜132が形成されている。そのため、これら絶縁膜132上には、搬送中およびイオンビーム2を照射することによって前記第1〜第3の実施例と同様に電荷が蓄積されることになる。

【0043】そこで、前記第1の実施例と同様に、上記状態のTFE基板が欠陥検査装置（図示せず）により断線欠陥140が検査されてステージ14上に搭載される。次に、欠陥検査装置で検査されて入力されたCPU62からの欠陥位置の座標データに基づき、制御装置67はステージ14を移動させて欠陥140があると思われる場所をイオンビーム2の光軸下に位置付けする。次に、2次荷電粒子像を観察する前と観察する際、図10および図12に示すように、イオンビーム2を照射しない期間において励起光光源7から励起光8を放出させ、この放出された励起光8の一部をプローブ34に取り付けられた反射鏡9cによって反射させて照射方向を変え、これら励起光8をイオンビーム照射領域である上記絶縁膜62上に照射する。なお、この際、励起光8は予め接地されたプローブ34まで照射されることになるので、導電化された絶縁膜132にプローブ34を直接接触させることによって絶縁膜132は接地されることになる。

【0044】このように絶縁膜132は、上記第1の実施例と同様に、励起光8の照射によって導電化され、帯電していた電荷は逃がされることになり、2次元の2次荷電粒子像（2次元の走査イオン像）に光電子によるノイズ成分がのること無く、この2次元の走査イオン像を正確に観察することができ、断線欠陥140の領域を正確に設定することができる。この2次元の走査イオン像を基に設定されたイオンビーム2の照射領域のみに有機金属ガス雰囲気においてイオンビーム2を照射し、導電金属（Al, Cr, Mo, Ti等）を析出させて断線欠陥140を接続して修正する。特にこの際、析出された導電金属がはみ出したり、突き出ししたりした場合は、イオンビーム2の照射によりこの部分を除去すればよい。またこの際はイオンビーム2が配線上に照射されるので、励起光8を照射しておけば、帯電することなくプローブ34から逃がすことができる。

【0045】ここで、絶縁物132中における価電子帯（充電体）中の電子が伝導体まで励起されて導電化させるための励起光8の波長は、絶縁膜132を励起する波長である。この励起光8の波長は、絶縁膜132が酸化シリコンであれば150nm以下、窒化シリコンなら300nm以下、サファイアなら200nm以下が望ましい。また、プローブ34に反射鏡9cを付加する代わりに、プローブ34の材質に例えばアルミを用いて、プロ

ーブ34自体に反射特性を持たせる。若しくは、荷電ビーム照射装置がガスノズルを装備するものであれば、プローブの代わりにガスノズルを用いて接地、反射しても良い。

【0046】＜第7実施例＞本発明に係る第7の実施例を図7を用いて説明する。この第7の実施例は、励起光8を帯状に照射して絶縁物を接地する方法である。図7において、励起光光源7から出射された励起光8の一部をMgF₂、LiF等からなるプリズム25で屈折させて分岐し、この分岐された励起光8をMgF₂、LiF等からなる平凸シリンドリカルレンズ40、および平凹シリンドリカルレンズ41により照射領域を一軸方向に拡大して図7（b）に示すように、帯状光束35にすることにある。他方励起光光源7から出射された励起光8の一部を反射鏡9dで反射させて大きなスポット状36で照射することにある。例えば、位相シフトマスク20（11）において、外側に近い部分を観察、検査、加工、分析する場合には、励起光8を接地されたホルダ12またはクランプ13まで照射することにより接地できるが、中央部の孤立パターンでは周辺までつながっていないことから接地が困難となる。そこで、2つのシリンドリカルレンズ40、41を用いて、励起光8を帯状35に照射することによって、接地が可能となる。この第7の実施例の他の構成は、上述した実施例と同様である。

【0047】まず、絶縁物中の電子を励起する光8の一部はプリズム25へ、その他は反射鏡9へ分岐する。反射鏡9で反射した絶縁物中の電子を励起する光8はイオンビーム2等の荷電ビーム照射領域へ照射する。プリズム25へ入射した光は、屈折により方向を変え、平凸シリンドリカルレンズ40と平凹シリンドリカルレンズ41によって照射領域を接地可能な一軸方向に拡大する（図7（b））。2つのシリンドリカルレンズによって拡大された帯状の光は、反射鏡9から入射される光とは別の方向から、荷電ビーム照射領域へ絶縁物中の電子を励起する光8を間欠的に照射する。絶縁性透明基板11上の絶縁物は、上記実施例と同様に、該光8によって導電化されるため、照射されるイオンビーム2等の荷電ビームの電荷は、絶縁物中に蓄積されることなく接地箇所まで逃げる。接地後は集束された荷電ビーム2を走査しながら照射して、基板及び試料から放出される2次電子或は2次イオンを2次粒子検出器により検出し、観察又は検査又は加工等の処理を行う。また、励起光8の光束形状を変形させるレンズ40、41を、導電膜20bを選択して接地できるように駆動可能に構成してもよい。なお、ここでは照射領域を一軸方向に拡大する例を挙げたが照射領域は放射状に多軸方向に拡大するなど任意に変更することもできる。

【0048】＜第8実施例＞本発明に係る第8の実施例を図8を用いて説明する。この第8の実施例は、励起光

8の一部を多角形反射鏡またはガルバノミラー42で走査して絶縁物を接地する方法である。この第8の実施例によれば、第7の実施例と同様に試料11上の中央部近傍において絶縁膜で覆われた領域でも接地することを可能にする。まず、励起光光源7から出射された励起光8の一部を多角形反射鏡42へ、その他は反射鏡9eへ分岐する。反射鏡9eで反射した励起光8を透過する励起光透過性物質27を通り、再び反射鏡9fにより反射させ、荷電ビーム照射領域へ照射する。多角形反射鏡42で反射した励起光8は、反射鏡9eによって反射された励起光とは別の入射方向からイオンビーム等の荷電ビーム照射領域に照射する。また、多角形反射鏡42は回転により反射領域を荷電ビーム照射領域から接地可能な領域まで走査し、電荷を逃がす。この第8の実施例の他の構成は、上述した実施例と同様である。

【0049】なお、この第8の実施例によれば、励起光8を試料11の全領域に亘って走査すれば、試料11の表面のクリーニングの効果も期待される。また、励起光8が反射鏡9e、9fにより常に観察、検査、分析領域を含む領域に照射されていれば、荷電ビーム2の照射により試料から放出される2次荷電粒子を励起、増幅し、検出効率を向上することも期待できる。

【0050】<第9実施例>本発明に係る第9の実施例を図9を用いて説明する。この第9の実施例は、第1の実施例において、光取り出し穴44のあいた遮光用円板43を励起光光路中で回転等の運動をさせることによって励起光8をパルス的に照射する方法である。この方法では、光取り出し穴44が光軸と一致した時、照射可能となり、それ以外は遮光することができる。照射時間は、遮光用円板43の光取り出し穴44の大きさで決まり、絶縁物の導電化に最小限必要な時間を設定することができる。このように、イオンビーム2等の荷電粒子ビームの照射が、CPU62からの指令に基づく制御装置61によるブランピング電極への制御に基いて行われるので、CPU62からの指令に基いて遮光用円板43を駆動制御すれば、荷電粒子ビームの照射しない期間に、励起光8を試料上に照射することができる。即ち、上記実施例と同様に、荷電粒子ビームの照射しない期間に、励起光8を照射し、その後荷電粒子ビームを照射して、観察、必要に応じて加工、修正を行う。

【0051】なお、パルスを発生するために、励起光光源の発生源をクロックにより制御しても良い。特に、観察又は検査又は加工又は分析等の処理をする際、励起光8を照射することによって試料11が変質や加工されないとは限らない。特に荷電ビームと共にガスを用いる場合は、ガスが励起光8に反応し、加工を促進する可能性がある。したがって、励起光8をパルス的に照射することによって、絶縁物の導電化を図ると共に試料11へのダメージを極力防止することができる。

【0052】<第10実施例>本発明に係る第10の実

施例について図13を用いて説明する。即ち、図13において、電子ビームチャンバ116内には、電子源101と、電子源101から引き出された電子ビーム102の電流を制御する電極、電子ビーム102を集束するためのレンズ103、電子ビーム102を偏向するための偏向電極104および電子ビームのON、OFFを制御するブランピング電極等からなる電子ビーム光学系とがある。そして、これら101、103、104等は、図示しない電源及び制御装置161により制御されている。また、電子ビームチャンバ116内は排気管117を介して、真空排気装置により、排気される。プロセスチャンバ115内には、半導体ウェハ49を搭載するホルダ12と、半導体ウェハ49を固定するクランプ13と、半導体ウェハ49を任意の位置に移動するためのステージ14と、電子ビーム2の照射により半導体ウェハ49より放出される荷電粒子(2次電子、反射電子、透過電子も含む)を検出するための荷電粒子検出器48と、半導体ウェハ49の試料11に含まれる絶縁物の電子を励起させるための励起光8を照射するためにプロセスチャンバ15に取り付けられた励起光光源7とがある。励起光光源7から放出された励起光8は、半導体ウェハ49中の接地された導体を含む領域に照射される。また、プロセスチャンバ115は排気管117を介して、図示しない真空装置により、真空中に排気される。

【0053】予備室119は、ゲートバルブ118を介して、プロセスチャンバ115に接続されており、図示しない搬送系により、ホルダ12をステージ14上に導入できる構成となっている。CPU162は、観察するためのモニタ163と、キーボードやマウス等の入力手段164と、画像処理回路121から得られる検査結果や分析回路(図示せず)から得られる分析結果等のデータを記憶する記憶装置165と、半導体ウェハの設計情報や加工するときに必要な欠陥の概略位置情報等を入力するための記録媒体やネットワークから構成される入力手段166を接続している。制御装置161は、CPU162からの指令に基いて電子ビーム光学系を制御し、この制御情報をCPU162に送信するものである。制御装置67もCPU162からの指令に基いてステージ14を制御し、このステージ14の位置制御情報をCPU162に送信するものである。画像メモリ120は、CPU162から得られるステージ14の走行情報および電子ビームの走査、ブランピング情報等に基づいて荷電粒子検出器48から検出される2次電子、反射電子、または透過電子等の荷電粒子画像を記憶させるものである。画像処理回路121は、画像メモリ120に記憶された荷電粒子画像を基に配線パターンの欠陥や異物や傷などの欠陥を検査する回路である。

【0054】次に、本実施例の装置を用いた絶縁物を含む半導体ウェハ49からなる試料11に対する電子ビーム102による観察、検査、加工、分析方法について説

明する。即ち、例えば、半導体ウェハ49上における配線パターンの欠陥や絶縁膜上の傷やピンホール等の欠陥を検出して検査するために電子ビーム102を用いる場合、CPU162からの指令に基いて制御装置67がステージ14を制御し、欠陥を検出したい所望の箇所を電子ビーム2の光軸下に移動させる。まず、搭載された半導体ウェハ49上には、投入する前の搬送によって帯電する可能性があるため、励起光源7から励起光8を所定の期間(図10に90で示す期間)照射して半導体ウェハ49上のSiO₂等の層間絶縁膜中における価電子帯中の電子を伝導帯まで励起して導電化し、蓄積電荷を接地箇所まで逃がす。

【0055】次に、CPU162からの指令に基いて、制御装置161がブランキング電極のON、OFFおよび偏向電極104を制御し、半導体ウェハ49上の所望の領域について、図11に示すように集束された電子ビーム102をX方向に走査しながら、CPU162からの指令に基いて制御装置67がステージ14を制御してステージ14をY方向に走行させることによって、荷電粒子検出器48からは図11に示すような半導体ウェハ49上の所望の領域から配線パターンや欠陥等を示す2次電子や反射電子等に基づく荷電粒子像が検出されることになり、その結果この検出された荷電粒子像が画像メモリ120に記憶されることになる。即ち、励起光8の強度を弱めるか若しくは励起光8を遮光するか、或いは励起光8の照射を停止した状態で、電子ビーム102を半導体ウェハ49上に走査照射して荷電粒子検出器48から荷電粒子像を検出し、その後励起光8を所定時間照射して蓄積電荷を除電することを、必要な荷電粒子画像を得るまで繰り返すことになる。もし、その領域に欠陥が存在すれば、この欠陥に相当する荷電粒子に基づく濃淡画像を検出することができる。

【0056】このように荷電粒子像を検出するとき、図10に示すように、ブランキング電極を動作させて電子ビーム102の照射をOFFさせる期間(ブランキング期間)91が設けられているので、この期間を用いて励起光8を接地されている導体を含む領域まで走査照射することによって半導体ウェハ49の絶縁膜を導電化し、電子ビーム102の照射によって半導体ウェハ49の絶縁膜上に帯電した電荷を逃がすことが可能となる。これによって、帯電した電荷による荷電粒子像のずれ量をサブミクロン以下にすることができ、しかも光電子等の発生を無くして正確で、且つノイズ成分のない荷電粒子像を得ることができる。次に、画像処理回路121は、画像メモリ120に記憶された荷電粒子画像と基準の荷電粒子画像とを比較することによって配線パターンの欠陥や異物や傷等の様々な欠陥を検出することができ、その結果をCPU162に入力してCPU162から出力することができる。また、CPU162は、画像メモリ120に記憶された荷電粒子画像を読み出して例えばモニ

タ163等に表示することによって観察することもできる。

【0057】なお、図10においては、全てのブランキング期間において、励起光8を照射するようにしたが、2つまたは3つおきのブランキング期間に励起光8を照射するようにしてもよい。何れにしても、励起光8が照射されるまでの電子ビーム102のドーズ量(照射時間も関係する。)としては、電荷の蓄積によって、所望の観察または検査に影響を与えない程度のドーズ量(蓄積電荷による観察像のずれ量がサブミクロン以下となるドーズ量)とすればよい。また、励起光8を観察、検査、加工、分析領域を含む領域に照射中は、電子ビーム2の照射を停止するか若しくは、電子ビーム2を上記観察又は検査又は加工又は分析等の処理領域以外の場所へ偏向させてもよい。また、図12に示すように、励起光8の強度の変化を、又は検査又は加工又は分析等の処理領域に対する電子ビーム2の偏向照射に基づく荷電粒子の検出に同期させて行ってもよい。

【0058】また、試料室115内に、分析器(図示せず)を設置することによって、電子エネルギー分析等やX線等の分析を行うことができる。また、検出される荷電粒子画像を基に電子ビーム102による加工領域を設定し、この設定された加工領域に電子ビーム102を照射することによって加工を行うこともできる。何れにしても、半導体ウェハ49上に形成されている絶縁膜(保護膜)が酸化シリコンや窒化シリコンやサファイアであるため、励起光8が酸化シリコンや窒化シリコンやサファイアを透過して下層にダメージを及ぼさないようにするためには、励起光8の波長として酸化シリコンの場合150nm以下、窒化シリコンの場合300nm以下、サファイアの場合200nm以下にすることが望ましい。そのため、励起光源7としては、第1の実施例において説明したものが使用することができる。

【0059】<第11実施例>本発明に係る第11の実施例を図14を用いて説明する。この第11の実施例は、励起光8を回転等の運動可能な多角形反射鏡またはガルバノミラー42を用いて斜方入射し、接地する方法である。この方法は、励起光源7から放出される励起光8を多角形反射鏡またはガルバノミラー42へ入射し、ミラー42で反射した励起光8を励起光透過性物質27を通して電子ビーム102等の荷電ビーム照射領域へ照射するものである。ミラー42は回転等の運動により反射領域を荷電ビーム照射領域から接地可能な領域まで走査し、電荷を逃がす。ところで、励起光8が、観察又は検査又は分析領域を含む領域を通過する間は、荷電ビーム102(2)を観察又は検査又は分析領域を含む領域とは別な領域に移動させ、励起光8が観察又は検査又は加工又は分析領域を含む領域を通過した後、集束された荷電ビーム102(2)を観察又は検査又は分析領域を含む領域内で走査しながら照射することにより、試

料11から放出される荷電粒子を荷電粒子検出器48(5、6)により検出し、観察又は検査又は分析を行うことにより、観察又は検査又は分析に影響する光電子の影響を避けることができ、しかも荷電ビーム102(2)の照射による帯電を防止することができる。

【0060】<第12実施例>本発明に係る第12の実施例を図15を用いて説明する。この第12の実施例は、励起光8の照射を荷電ビーム102(2)と同時に照射し、所望の画像を形成する方式である。図15においてTcsは荷電ビーム102(2)を観察又は検査又は加工又は分析領域に照射しない時間であり、Teは励起光8を照射する時間、Tciは荷電ビーム102

(2)の走査照射により所望の観察画像を形成するのに必要な時間である。荷電ビーム102(2)によって、絶縁物を含む試料(基板)11を観察又は検査又は分析等の処理をする場合、上記実施例のように励起光8を、接地されている導体を含む領域まで照射する。この時の励起光8の照射時間Teを、荷電ビームが所望の観察又は検査又は分析をするために必要な時間(観察画像形成時間)Tciの例えば3分の1程度とし、励起光8の照射を荷電ビームの照射と同時に観察又は検査又は分析領域を含む領域へ照射する。

【0061】まず、荷電ビーム102(2)を観察又は検査又は分析領域へ照射すると同時に励起光8の照射を開始し、荷電粒子検出器48で検出して荷電粒子画像を得ると同時にこの画像を画像メモリ120に蓄積する

(荷電粒子画像1)。次に、同一の領域に再度荷電ビーム102(2)を照射するが、励起光8の照射を、荷電粒子画像を形成するのに必要な時間の3分の1程度を終了した時点で開始し、荷電粒子画像を上記と同様に荷電粒子検出器48で検出して画像メモリ120に蓄積する

(荷電粒子画像2)。同様に、再度荷電ビーム102(2)を照射し、励起光8の照射を、荷電粒子画像を形成するのに必要な時間の3分の2程度を終了した時点で開始し、荷電粒子画像を画像メモリ120に蓄積する

(荷電粒子画像3)。このように画像メモリ120に蓄積された荷電粒子画像1乃至3を、画像処理回路121において合成することにより励起光8が照射されていない期間から得られる荷電粒子画像が得られ、観察又は検査又は分析に影響する光電子の影響を避けることができ、しかも荷電ビームの照射による電荷の帯電も防止することができる。

【0062】<第13実施例>本発明に係る第13の実施例を図12を用いて説明する。同図においてTciは荷電ビーム102(2)を観察又は検査又は分析領域に照射した場合に発生する荷電粒子を荷電粒子検出器48(5、6)で検出する際の時間である。荷電ビーム102(2)によって、絶縁物を含む試料11を観察又は検査、加工、分析する場合、上記実施例のように励起光8を、接地されている導体を含む領域まで照射する。この

時の励起光8の照射強度を、波動的に変化させるものとする。即ち、励起光8を、図12に示すように強度を波動的に変化させ、接地されている領域を含む領域まで荷電ビームと同時に照射する。荷電ビーム102(2)は、通常の導電性物質を観察又は検査又は分析する際と同様に、観察又は検査又は分析領域に照射される。このように荷電ビームを照射することによって発生する荷電粒子を荷電粒子検出器48(5、6)により検出するが、この検出のタイミングを、励起光8の変化に同期させて励起光の強度が弱まった時点に行う。この方法を繰り返すことによって所望の荷電粒子画像を得られ、その結果観察又は検査又は分析に影響する光電子の影響を避けることができ、しかも荷電ビームの照射による電荷の帯電も防止することができる。

【0063】以上第1～第13の実施例で説明した荷電ビーム装置として、集束イオンビーム装置、走査型電子顕微鏡、オージェ電子分光装置、IMA(Ion Microprobe Analyzer)装置、SIMS(Secondary Ion Mass Spectrometry)装置等に適用して観察、検査、加工、分析の少なくとも一つを行うことができる。

【0064】

【発明の効果】本発明によれば、励起光の照射によるノイズ成分が含まれず、しかも帯電する電荷による位置ずれのない正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を、絶縁物を含む又は上層若しくは下層に絶縁物を有する試料から検出できるようにして、試料上の微細なパターンや微細な異物等を含む欠陥などについて観察又は検査又は加工又は分析等の処理をすることができる効果を奏する。また、本発明によれば、半導体基板等の試料に対して、励起光照射によるSiO₂、SiN等からなる絶縁膜の下層へのダメージを極力少なくし、しかもノイズ成分がなく、正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を、絶縁物を含む又は上層若しくは下層に絶縁物を有する試料から検出できるようにして、試料上の微細なパターンや微細な異物等を含む欠陥などについて観察又は検査又は加工又は分析等の処理をすることができる効果を奏する。

【0065】また、本発明によれば、ノイズ成分がなく、正確で、かつ高コントラストな荷電粒子像を基に、試料上の微細なパターンや微細な異物等を含む欠陥などについて高精度な微細加工を施すことができる効果を奏する。また、本発明によれば、位相シフトマスク上の欠陥を容易に検出、修正することができる。また、本発明によれば、絶縁物のみの試料においても、接地されたプローブあるいは導体が励起光照射領域中にあり、基板及び試料と接触していれば、荷電ビームによる観察又は検査又は加工又は分析等の処理も可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る荷電粒子ビームによる観察又は検

査又は加工又は分析等の処理装置の第1の実施例の構成を示す図で、(a)は装置の正面の概略断面図、(b)はその拡大図である。

【図2】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第2の実施例を示す試料と光源、光電子倍增管との関係を示す略断面図である。

【図3】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第3の実施例を示す試料とその周辺の正面の略断面図である。

【図4】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第4の実施例を示す試料とその周辺の正面の略断面図である。

【図5】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第5の実施例を示す試料とその周辺の正面の略断面図である。

【図6】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第6の実施例を示す試料とその周辺の正面の略断面図である。

【図7】本発明に係る第7の実施例である接地方法を模式的に示す図で、(a)は試料とその周辺の正面の略断面図、(b)は試料上を示す平面図である。

【図8】本発明に係る第8の実施例である接地方法を模式的に示す試料とその周辺の正面の略断面図である。

【図9】本発明に係る第9の実施例の励起光の照射方法を模式的に示す試料とその周辺の正面の略断面図である。

【図10】本発明に係る荷電粒子ビームの照射時間(期間)と励起光照射時間(期間)との関係の一実施例を模式的に示す図である。

【図11】試料上の所望の領域に荷電粒子ビームを走査照射することによって荷電粒子像を検出する状態を説明するための図である。

【図12】本発明に係る荷電粒子検出時間(期間)と強度を変化させた励起光の照射時間(期間)との関係の一実施例を模式的に示す図である。

【図13】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第10の実施例の構成を示す正面の略断面図である。

【図14】本発明に係る荷電粒子ビームによる処理装置の第10の実施例の構成を示す試料とその周辺の正面の

略断面図である。

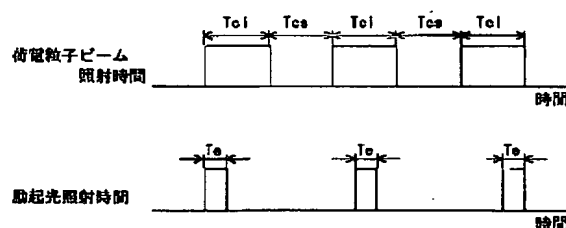
【図15】本発明に係る荷電粒子ビームの照射時間(期間)と励起光照射時間(期間)との関係の他の実施例を模式的に示す図である。

【符号の説明】

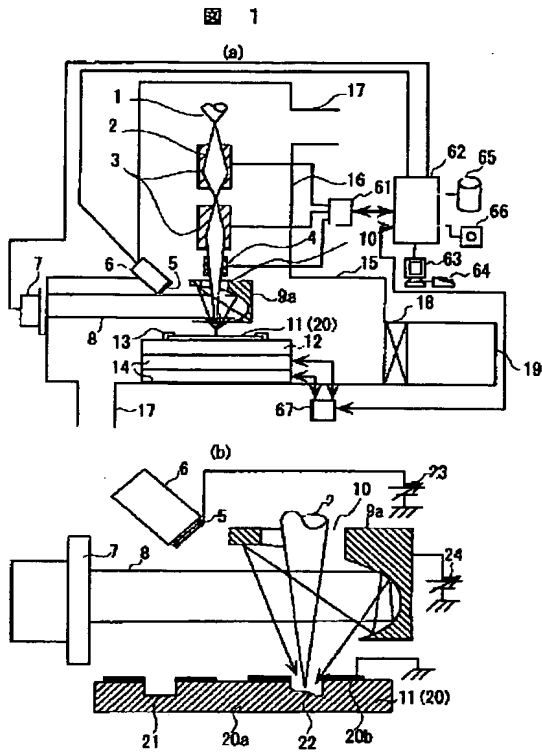
1…イオン源、2…イオンビーム、3…静電レンズ、4…デフレクタ(偏向電極)、5…シンチレータ、6…光電子増倍管、7…励起光光源、8…励起光、9a、9b、9c、9d…反射鏡、10…イオンビーム通過穴、11…試料、12…試料ホルダ、13…クランプ、14…ステージ、15…プロセスチャンバ、16…荷電ビームチャンバ、17…排気管、18…ゲートバルブ、19…予備室、20…位相シフトマスク、20a…石英等の絶縁物(絶縁性透明基板)、20b…導電性薄膜パターン(金属膜パターン)、21…位相シフト、22…欠陥部分、23…シンチレータ電源、24…反射鏡用電源、25…プリズム、26…プラズマ発生装置、27…励起光透過性物質、28…電極、29…プラズマ室、30…プラズマ、31…高周波電源、32a…カライドスコープ、32b…オプティカルファイバ、34…プローブ、40…平凸シリンドリカルレンズ、41…平凹シリンドリカルレンズ、42…多角形反射鏡、43…遮光用円板、44…光取り出し穴、48…荷電粒子検出器、49…半導体基板(半導体ウエハ)、61…制御装置、62…CPU、63…モニタ、64…キーボード等の入力手段、65…記憶装置、66…記録媒体やネットワーク等の入力手段、67…制御装置、70…シャッタ、101…電子線源、102…電子ビーム、103…静電レンズ、104…デフレクタ(偏向電極)、115…プロセスチャンバ、116…荷電ビームチャンバ、117…排気管、118…ゲートバルブ、119…予備室、120…画像メモリ、121…画像処理回路、130…TFT基板、131…透明基板、132…SiO₂、SiN等の絶縁膜、133…ゲート線、134…ドレイン線、135…ソース線、136…透明ドット電極、140…断線欠陥、161…制御装置、162…CPU、163…モニタ、164…キーボード等の入力手段、165…記憶装置、166…記録媒体やネットワーク等の入力手段。

【図15】

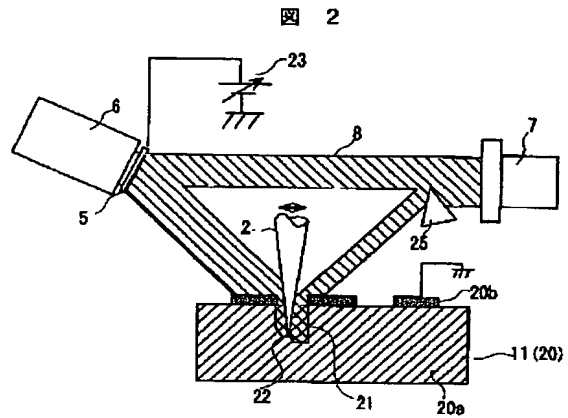
図 15



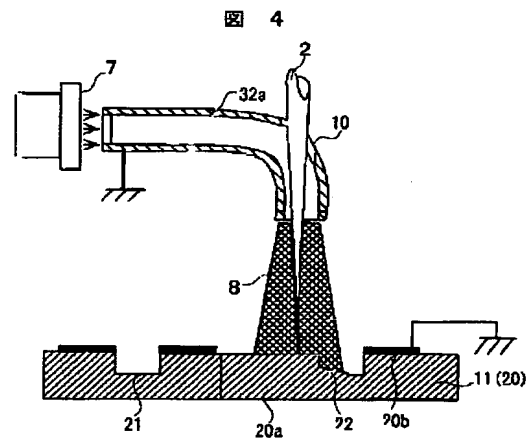
【図1】



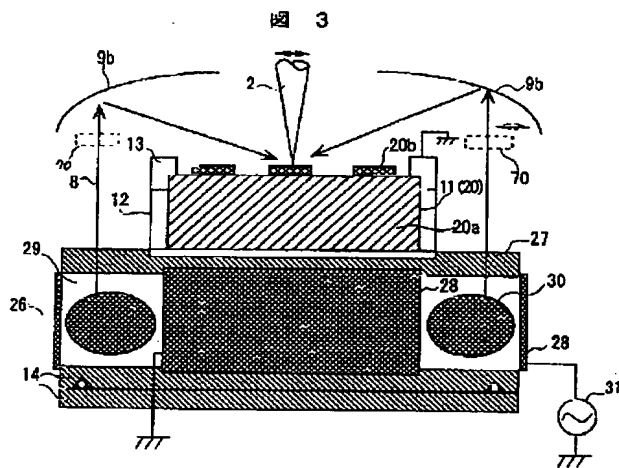
【図2】



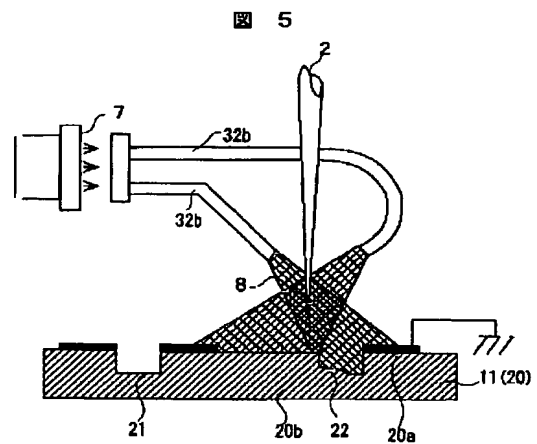
【図4】



【図3】

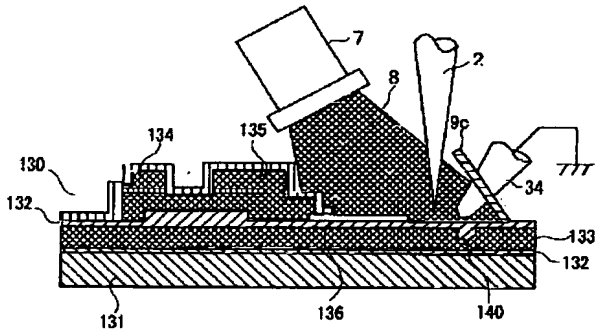


【図5】



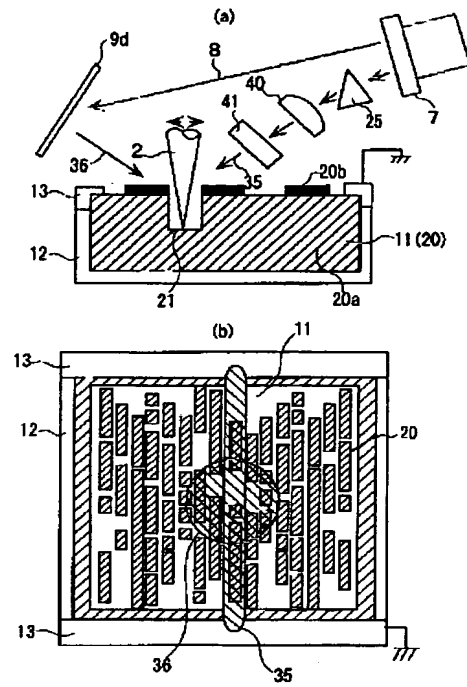
【図6】

図 6



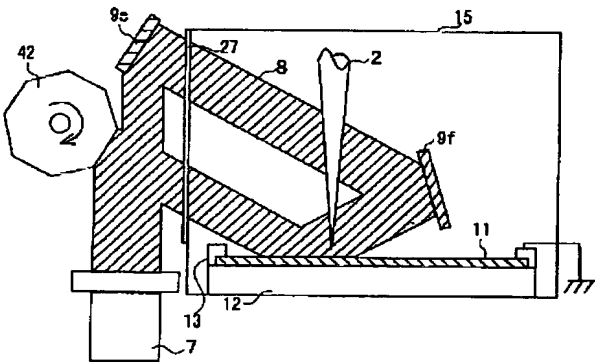
【図7】

図 7



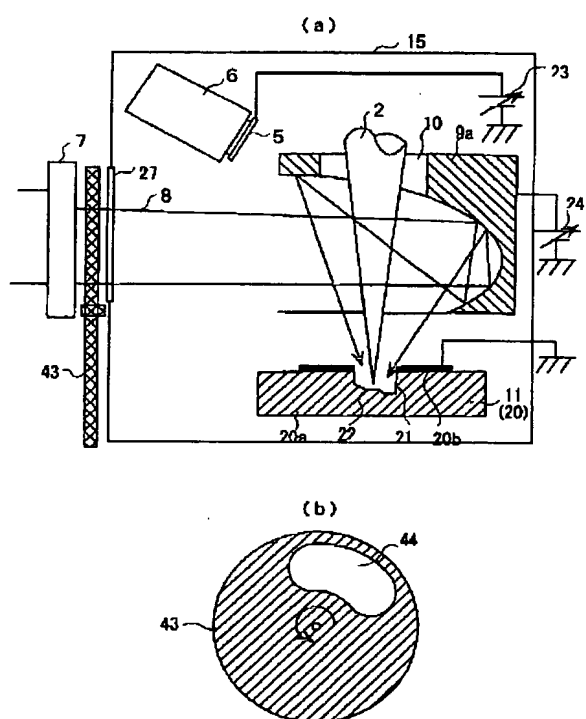
【図8】

図 8

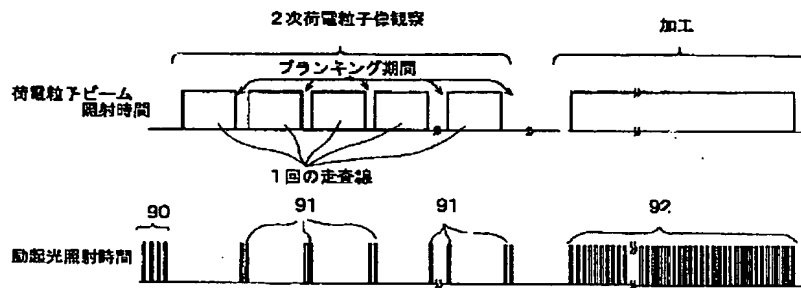


【図9】

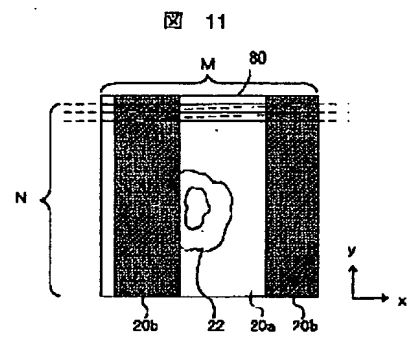
図 9



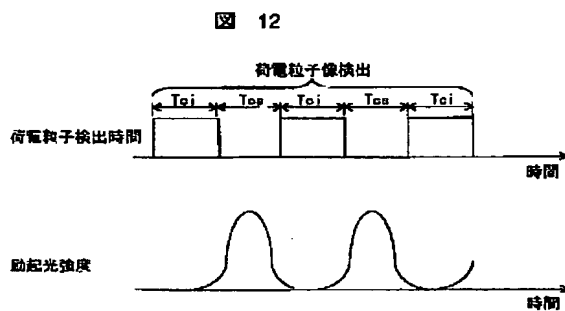
【図10】



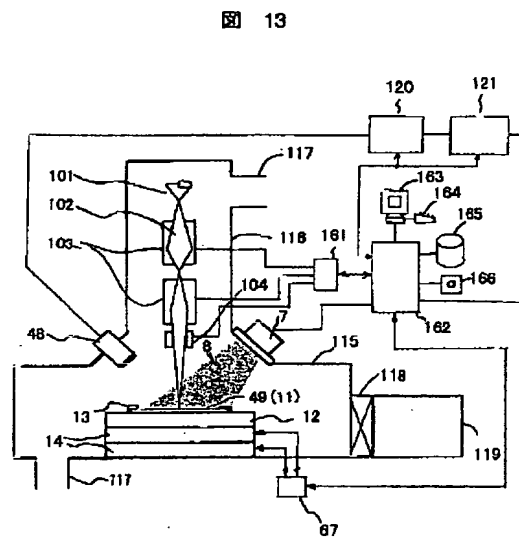
【図11】



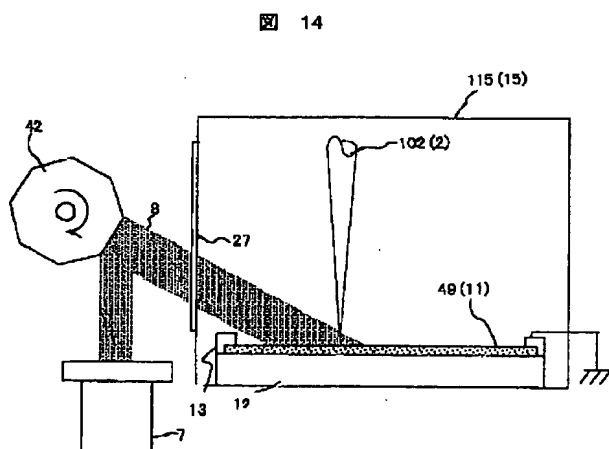
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	FI	(参考)
H01L 21/027 21/66		H01L 21/66 21/30	N J 502W
(72)発明者 東 淳三 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社日立製作所生産技術研究所内		(72)発明者 水村 通伸 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社日立製作所生産技術研究所内	
(72)発明者 濱村 有一 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社日立製作所生産技術研究所内		(72)発明者 古泉 裕弘 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株 式会社日立製作所半導体グループ内	
		(72)発明者 小池 英巳 茨城県ひたちなか市市毛882番地 株式会 社日立製作所計測器事業部内	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.